

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11101247 A

(43) Date of publication of application: 13 . 04 . 99

(51) Int. Cl

F16C 33/62

C22C 38/00

C22C 38/04

C23C 8/32

F16C 33/32

(21) Application number: 09263312

(71) Applicant: NTN CORP

(22) Date of filing: 29 . 09 . 97

(72) Inventor: ITO KATSUNORI  
MAEDA KIKUO  
MURAKAMI HIROSHI

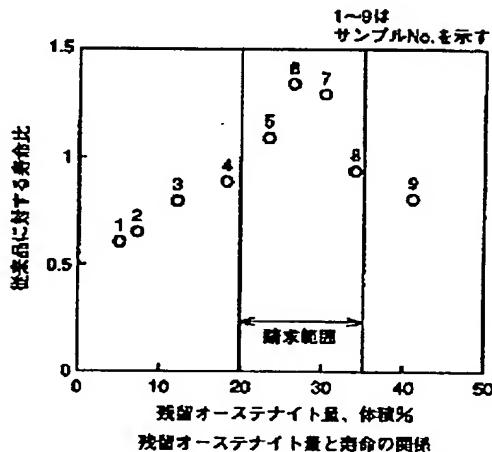
(54) ROLLING BEARING PART

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rolling bearing part to be excellent in cold machinability and provide a long fatigue life and a crack fatigue life.

SOLUTION: This bearing part is produced by carbonitriding a steel containing 0.4-0.8 wt% carbon, 0.15-1.1 wt% silicon, and 0.3-1.5 wt% manganese. In this case, a carbonitrided layer contains 0.6-1.3 wt% carbon and 0.25-0.5 wt% nitrogen, has a compression residual stress of 150 MPa, or more, residual austenite is 20-35 vol.%, the maximum grain size of a carbon nitride is 8  $\mu\text{m}$  or less, and Vickers hardness is 700 or more.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-101247

(43)公開日 平成11年(1999)4月13日

(51)IntCl.<sup>6</sup>  
F 16 C 33/62  
C 22 C 38/00  
38/04  
C 23 C 8/32  
F 16 C 33/32

識別記号  
3 0 1

F I  
F 16 C 33/62  
C 22 C 38/00  
38/04  
C 23 C 8/32  
F 16 C 33/32

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全7頁)

(21)出願番号 特願平9-263312

(22)出願日 平成9年(1997)9月29日

(71)出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72)発明者 伊藤 勝教

愛知県西春日井郡清洲町土田1丁目10-4

(72)発明者 前田 喜久男

三重県員弁郡大安町平塚974

(72)発明者 村上 裕志

三重県桑名市播磨2523-1

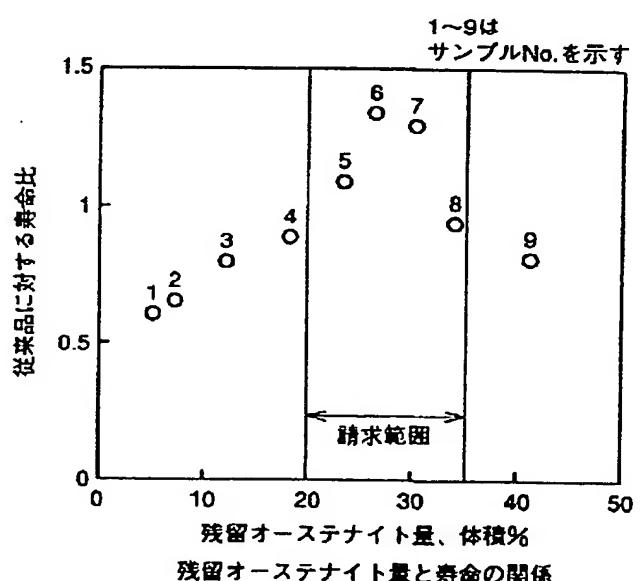
(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

(54)【発明の名称】 転がり軸受部品

(57)【要約】

【課題】 冷間加工性に優れ、高い疲労寿命および割れ寿命を有する転がり軸受部品を提供する。

【解決手段】 炭素を0.4~0.8重量%、ケイ素を0.15~1.1重量%、マンガンを0.3~1.5重量%含む鋼を浸炭窒化して得られる転がり軸受部品であつて、浸炭窒化された表層は、0.6~1.3重量%の炭素および0.25~0.5重量%の窒素を含み、かつその圧縮残留応力が150 MPa以上、残留オーステナイトが20~35体積%、炭窒化物の最大粒径が8 μm以下およびピッカーズ硬度が700以上である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】炭素を0.4~0.8重量%、ケイ素を0.15~1.1重量%、マンガンを0.3~1.5重量%含む鋼を浸炭窒化して得られる転がり軸受部品であつて、

浸炭窒化された表層は、0.6~1.3重量%の炭素および0.25~0.5重量%の窒素を含み、かつその圧縮残留応力が150MPa以上、残留オーステナイトが20~35体積%、炭窒化物の最大粒径が8μm以下およびピッカース硬度が700以上である、転がり軸受部品。

【請求項2】前記鋼は、1.0重量%以下のクロムを含む、請求項1に記載の転がり軸受部品。

【請求項3】浸炭窒化されていない部分のピッカース硬度が600以上である、請求項1または2に記載の転がり軸受部品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、転がり軸受部品に関し、特に、自動車のトランスミッションなどの高荷重かつ異物が混入した潤滑条件下で使用される転がり軸受部品に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、転がり軸受部品の材質としては、高炭素クロム軸受鋼、低炭素肌焼き鋼および中炭素鋼の3種類が知られている。これらの鋼をその用途に応じてそれぞれに使い分けているのが現状である。

【0003】自動車のトランスミッションなどに使用される軸受は、荷重条件が厳しくかつ密閉された環境で潤滑油を交換しない状態で使用されるため、潤滑油の中に混入したギアなどの破片の固い異物が軸受と転動体の間に入り込む可能性が高い。このように異物を噛み込んだ状態で軸受を使用するため、軸受の転がり接触面に圧痕が生じて、そこから破損が発生しやすく軸受の寿命が短くなるという傾向がある。具体的には、高炭素クロム軸受鋼をずぶ焼入れして製造した転がり軸受では、圧痕周囲の表面に引張り応力が発生しているため、接触面で生じた圧痕から破損が生じやすいという問題がある。また、この高炭素クロム軸受鋼を浸炭窒化処理して表面に圧縮残留応力を付与した場合でも、研削性が悪く、かつ管理された熱処理雰囲気で処理しないと巨大炭窒化物が生成するため割れ寿命が短くなる懸念があった。

【0004】一方、低炭素肌焼き鋼をトランスミッション用の軸受として用いれば、その表面には圧縮応力が生成するため、破損は生じにくいか、素材の炭素含有率が極めて低いため、表面から所定の深さまで硬化させる必要があり、硬化処理、すなわち浸炭または浸炭窒化処理に要する時間が長くなり、製造効率が低下するという問題があった。

【0005】また、高周波焼入れした中炭素鋼を転がり

軸受として用いることも考えられるが、この場合、疲労寿命が長くならないという問題があった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、この発明は、上述のような問題点を解決するためになされたものであり、冷間加工性に優れ、高い疲労寿命および割れ疲労強度を有する転がり軸受部品を提供することを目的とするものである。

## 【0007】

10 【課題を解決するための手段】本発明者らは、転がり軸受部品の冷間加工性、疲労寿命および割れ疲労強度について、検討した結果、以下のことを発見した。

【0008】まず、冷間加工性を向上させるためには、鋼中の炭素、シリコン、マンガン、クロムなどの添加元素の量が大きく影響し、それらを減らす、または最適化することで冷間加工性が向上する。

【0009】異物が混入した潤滑条件下で疲労寿命を長くするためには、浸炭窒化により部品の表層に最適量のオーステナイトを分布させ、高い硬度、韧性および耐熱性を付与するとともに、韧性を失わない範囲で部品内部の硬度を浸炭焼入れ品よりも高くすることが有効である。

【0010】割れ疲労強度を向上させるためには、浸炭窒化処理により適量の残留オーステナイトと残留圧縮応力を付与し、さらに炭窒化物の粒径を最適化することが有効である。また、残留応力は、主に、部品の表層と内部との炭素量の差および表層と内部の硬度差に大きく影響される。

【0011】このような検討結果に基づきなされた本発明の転がり軸受部品は、炭素を0.4~0.8重量%、ケイ素を0.15~1.1重量%、マンガンを0.3~1.5重量%含む鋼を浸炭窒化して得られるものであり、浸炭窒化された表層は、0.6~1.3重量%の炭素および0.25~0.5重量%の窒素を含み、かつその圧縮残留応力が150MPa以上、残留オーステナイトが20~35体積%、炭窒化物の最大粒径が8μm以下およびピッカース硬度が700以上のものである。なお、転がり軸受部品とは、転がり軸受用の外輪、内輪および転動体を意味する。

40 【0012】原料としての鋼に炭素を添加するのは鋼の硬度を高めるためである。炭素の含有率を0.8重量%以下としたのは、0.8重量%を超えると浸炭窒化しても表層と内部の硬度差が生じにくくなり、表層に圧縮残留応力が付与されにくくなるためおよび炭窒化物の最大粒径が8μmを超える可能性が出てくるためである。

【0013】炭素の含有率を0.4重量%以上としたのは、0.4重量%未満では内部硬度が低下しすぎるためである。

【0014】また、鋼にシリコンおよびマンガンを添加するには焼入性を向上させるためである。シリコンおよ

びマンガンの含有率を1.1重量%以下および1.5重量%以下としたのは、この範囲を超えると、冷間加工性が大きく低下するためである。また、シリコンおよびマンガンの含有率を0.15重量%および0.3重量%以上としたのは、この範囲未満であれば、焼入れ性が低下し、内部まで十分に焼きが入らないためである。

【0015】浸炭窒化された表層部分の炭素の含有率を0.6~1.3重量%としたのは、炭素の含有率が1.3%を超えると大きな炭化物が多く生成するため割れ疲労強度が低下する可能性があるからである。また、0.6重量%以上としたのは、0.6重量%未満では十分な硬度と残留オーステナイト量が確保できないためである。

【0016】窒素の含有率を0.25重量%~0.5重量%としたのは、0.25重量%未満では十分な耐熱性を得ることができないため、0.5重量%超えると焼入れ性に寄与しないε炭化物が多く生成し、必要な炭素がε炭化物に取られるため焼入れ性が悪くなり、寿命が短くなるからである。

【0017】残留オーステナイト量を20~35体積%としたのは、20体積%未満では残留オーステナイトによる寿命向上の効果が十分に得られないため、35体積%を超えると、表層の硬度が低下することにより、寿命が短くなるためである。

【0018】炭窒化物の最大粒径が8μm以下としたのは、8μmを超えると、炭窒化物が割れの起点となりやすいからである。

【0019】ピッカース硬度を700以上としたのは、700未満であれば、表面が摩耗しやすくなり、十分な疲労寿命が得られないからである。

\* 【0020】このような転がり軸受部品においては、添加元素の量、残留圧縮応力、残留オーステナイト、炭窒化物の最大粒径および表面硬度を最適化しているため、冷間加工性に優れ、高い疲労寿命および割れ疲労強度を有する転がり軸受部品を得ることができる。さらに、原料としての鋼の炭素の含有量が低炭素鋼に比べて多いため、浸炭窒化処理に要する時間が短くなり、製造効率が向上する。

【0021】また、鋼は1.0重量%以下のクロムを含むことが好ましい。この場合、クロムが炭窒化物を形成するため、表層の硬度が向上しやすくなる。また、クロムを添加すると焼入れ性も向上する。クロムの含有率を1.0重量%未満としたのは、1.0重量%を超えると冷間加工性が低下することや、1.0重量%を超えて添加してもその効果が小さいためである。

【0022】さらに、浸炭窒化されていない部分のピッカース硬度が600以上であることが好ましい。この場合、ピッカース硬度を600以上としたのは、浸炭窒化されていない部分のピッカース硬度が600未満、すなわち、内部硬度が低い場合には、寿命が低下するからである。

#### 【0023】

【実施例】以下、この発明の実施例について詳細に説明する。

【0024】まず、炭素、ケイ素、マンガンおよびクロムの含有率を表1のようにさまざまに変えた鋼を準備した。

#### 【0025】

##### 【表1】

\* 30

主要化学成分(残部Fe)

鋼種	C	Si	Mn	Cr	サンプルNo
A	0.21	0.27	0.48	0.72	10, 12
B	0.32	0.18	0.81	0.51	11, 13
C	0.31	0.23	0.80	0.69	14
D	0.34	0.14	0.51	0.52	15, 26, 27
E	0.42	0.26	0.78	0.48	1, 4, 7, 16, 19, 28, 29, 38, 40, 42, 44
F	0.58	0.16	0.81	0.49	2, 5, 8, 17, 20, 30, 31, 39, 41, 43, 45, 48
G	0.79	0.48	1.08	0.51	3, 6, 9, 18, 21, 32, 33
H	0.85	0.33	0.79	0.51	22, 24, 34, 35
I	1.03	0.25	1.32	0.50	23, 25, 36, 37
SUJ2	1.02	0.22	1.48	1.51	従来品

【0026】この鋼を表2~6で示す条件で浸炭窒化して表層の炭素および窒素の含有率、圧縮残留応力、残留オーステナイト量、炭窒化物の最大粒径、ピッカース硬度をさまざまに変えたサンプルNo. 1~46を用意した。また、比較のため、従来品として軸受鋼(SUJ

2)の浸炭窒化処理したものを用意した。サンプルNo. 1~9の特性を表2に示す。

#### 【0027】

##### 【表2】

図1の熱処理条件\*と特性

鋼種	サンプル No.	温度 (°C)	窒素分圧 (%)	残留オーステナイト量 (体積%)	炭窒化物の最大粒径 (μm)
E	1	850	2	6	3.0
	4	850	5	18	3.0
	7	880	7	29	3.5
F	2	850	2	2	4.0
	5	850	5	5	4.0
	8	880	7	8	4.5
G	3	850	2	3	4.5
	6	850	5	6	4.5
	9	880	7	9	5.0

\*その他の条件は処理時間200分、炭素分圧=1.0%、全圧1気圧で一定とした

【0028】表2中「残留オーステナイト量(体積%)」は、部品の表面にX線を照射して測定した。また、「炭窒化物の最大粒径」は、浸炭窒化処理した層をエッチング処理し、光学顕微鏡により炭窒化物の結晶の最大粒径を目視で測定した。サンプルNo. 1~9および従来品は円すいころ軸受(型番30206)に成形し、下記に示す条件で寿命試験を行なった。

#### 【0029】試験条件

荷重:  $F_r = 17.64 \text{ kN}$  (ラジアル方向の荷重)

回転速度: 2000 rpm (内輪回転)

潤滑: ターピン56油浴給油

計算寿命: 169時間 (異物の混入していない条件による)

異物量: 1g / 1000cc

この試験の結果を図1に示す。

\* 【0030】図1より、残留オーステナイト量が20体積%未満では、寿命が大きく低下しており、残留オーステナイトの寿命向上の効果が十分に得られていないことがわかる。また、残留オーステナイト量が35体積%を超えると、表面の硬度が低下することにより、寿命がやや短くなっていることがわかる。したがって、従来品よりも長い寿命が得られるのは、残留オーステナイト量が20~35体積%であることがわかる。

20

【0031】次に、表3で示すようにさまざまな条件で浸炭窒化処理してサンプルNo. 10~18を得た。また、比較のため、従来品(SUJ2)を準備した。これらのサンプルの特性を表3に示す。

#### 【0032】

##### 【表3】

\*

図2の熱処理条件\*と特性

鋼種	サンプル No.	温度 (°C)	内部硬度 (HV)	炭窒化物の最大粒径 (μm)
A	12	850	420	2.0
B	13	850	490	2.0
C	14	850	520	2.5
D	15	850	580	2.5
E	16	850	620	3.0
F	17	850	650	4.0
G	18	850	710	4.5
A	10	830	375	2.0
B	11	830	395	2.0

\*その他の条件は処理時間200分、炭素分圧=1.0%、窒素分圧=5%、全圧1気圧で一定とした

【0033】また、サンプルNo. 10~18および従来品についても、軸受(型番30206)に成形し、サンプルNo. 1~9と同様の試験条件で寿命の測定を行なった。この試験結果を図2に示す。

【0034】図2より、内部硬度が低下すると、寿命は一様に低下し、内部硬度(HV)が600未満では、従来品より寿命が短いことがわかる。

【0035】次に、表4に示すようにさまざまな条件で浸炭窒化処理して、サンプルNo. 19~25を得た。また、比較のため、従来品(SUJ2)を用意した。これらの特性を表4に示す。

#### 【0036】

##### 【表4】

図3の熱処理条件\*と特性

鋼種	サンプル No.	温度 (°C)	時間 (分)	窒素分圧 (%)	表層の残留 応力(MPa)	炭化物の 最大粒径(μm)
E	19	850	200	5	-285	3.0
F	20	850	200	5	-245	4.0
G	21	850	200	5	-190	4.5
H	22	850	200	5	-165	5.5
I	23	850	200	5	-135	6.0
H	24	830	300	3	-80	5.0
I	25	830	300	3	-20	5.5

\*その他の条件は炭素分圧=1.0%、全圧1気圧で一定とした

【0037】表4に示すサンプルNo. 19~25および従来品は、Φ60×Φ45×t15の円筒状の試験片を作成し、以下の条件で割れ疲労強度を測定した。

【0038】接触荷重：9.8kN  
最大応力：内径面で約+633~-412MPa  
負荷速度：8000cpm  
潤滑：ターピン68 滴下給油

試験の結果を図3に示す。

【0039】図3より、圧縮残留応力が大きいほど割れ疲労強度は大きくなり、圧縮残留応力が0に近づくにつ

\*れて割れ疲労強度が低下する。従来のものより大きな強度が得られるのは、圧縮残留応力が150MPa以上のときであることがわかる。

【0040】次に、表5に示すさまざまな条件で浸炭窒化処理し、サンプルNo. 26~37を得た。また、比較のため、従来品(SUJ2)を用意した。これらの特性を表5に示す。

#### 【0041】

#### 20 【表5】

\*

図4の熱処理条件\*と特性

鋼種	サンプル No.	炭素分圧 (%)	表層の残留応力 (MPa)	炭化物の最大粒径 (μm)
D	26	0.6	0.42	2.5
D	27	0.7	0.55	3.0
E	28	0.8	0.59	3.0
E	29	0.85	0.62	3.5
F	30	1.0	0.70	4.0
F	31	1.0	0.85	4.5
G	32	1.2	0.90	4.5
G	33	1.25	1.05	5.0
H	34	1.4	1.18	7.0
H	35	1.5	1.27	7.5
I	36	1.5	1.33	9.0
I	37	1.6	1.40	10.5

\*その他の条件は温度850°C、時間200分、窒素分圧=5%、全圧1気圧で一定とした

【0042】サンプルNo. 26~37および従来品についても、軸受(型番30206)に成形し、サンプルNo. 1~9と同様の試験条件で寿命測定を行なった。

【0043】試験の結果を図4に示す。図4より、表層の炭素の含有率が0.6重量%~1.3重量%のときに寿命が長く、この範囲外であれば寿命が短いことがわかる。これは、炭素の含有率が0.6重量%未満では十分な硬度と残留オーステナイト量が確保できないため、

1.3重量%を超えると大きな炭化物が多く生成するためであると考えられる。

【0044】次に、表6で示すさまざまな条件で浸炭窒化処理し、サンプルNo. 38~46を得た。また、比較のため、従来品(SUJ2)を用意した。これらの特性を表6に示す。

#### 【0045】

#### 【表6】

図5の熱処理条件\*と特性

鋼種	サンプルNo.	窒素分圧(%)	表層の窒素含有量(重量%)	炭化物の最大粒径( $\mu m$ )
E	38	2	0.14	3.0
E	40	5	0.28	3.0
E	42	7	0.39	3.5
E	44	10	0.52	3.5
F	39	2	0.21	4.0
F	41	5	0.32	4.0
F	43	7	0.46	4.5
F	45	10	0.57	4.5
F	46	15	0.70	4.5

\*その他の条件は温度 850°C、時間 200 分、炭素分圧=1.0%、全圧 1 気圧で一定とした

【0046】サンプルNo. 38~46 および従来品についても、軸受（型番30206）に成形し、サンプルNo. 1~9と同様の試験条件で寿命測定を行なった。

【0047】試験の結果を図5に示す。図5より、表層の窒素の含有率が0.25~0.5重量%のときに寿命が長く、この範囲外では寿命が短いことがわかる。これは、窒素の含有率が0.25重量%未満では十分な耐熱性が得られないため、0.5重量%を超えると焼入れ性に寄与しない炭化物が多く生成し、必要な炭素が取られるため焼入れ性が悪くなるからであると考えられる。

【0048】今回開示された実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0049】

【発明の効果】この発明による転がり軸受部品は、加工性に影響を与える合金元素の含有率を減らした低合金鋼に、通常の鋸入と同等の短時間の浸炭窒化処理を施したものであるため、異物が混入した潤滑条件下での転動疲労強度と割れ強度を低下させず現在の軸受鋼より20 冷間加工性をよくしさらに低コスト化を実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】残留オーステナイトの割合と寿命との関係を示す図である。

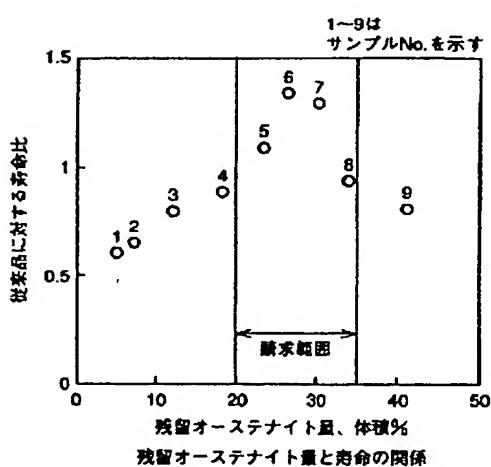
【図2】内部硬度と寿命との関係を示す図である。

【図3】表層の残留応力と割れ寿命の関係を示す図である。

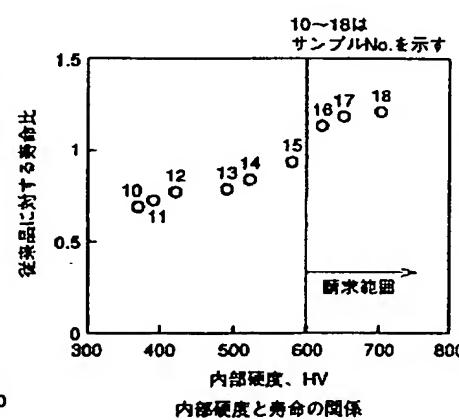
【図4】表層の炭素含有率と寿命との関係を示す図である。

【図5】表層の窒素含有率と寿命との関係を示す図である。

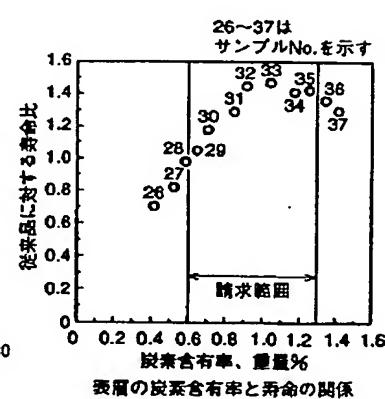
【図1】



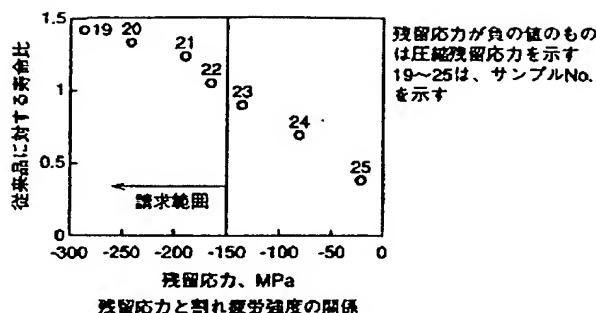
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

